

筋電図マッピングからみたクロスカントリースキー イング：一流選手の技術分析のために

著者	晴山 紫恵子
雑誌名	北海道女子短期大学研究紀要
巻	30
ページ	143-150
発行年	1994
URL	http://id.nii.ac.jp/1136/00001588/

筋電図マッピングからみた クロスカントリースキーイング —— 一流選手の技術分析のために ——

Mapping Electromyography of the Cross-Country Skiing
—— To Analyze Skiing Technic of the Elite Athlete ——

晴 山 紫 恵 子
Shieko HAREYAMA

I 緒 言

クロスカントリースキー選手の競技力の指標となる体力要素は競技時間が長いことや推進のために「四足」を駆使する(晴山1990)¹⁾²⁾、即ち脚と腕による出力を要する点で持久力であることには疑いのないところであるが、このスキーでは更にグライディングの位相が入ること、登行走やダウンヒルなどが加わって多様なスキー技術が駆使されること、等の特徴によって、単純反復的な出力能を競う陸上競技のマラソンとは区別されよう。つまりグライディングではスキー板上で滑走姿勢を維持・制御し、ポーリングでは腕の出力の方向、地形の変化への対応などが求められる点で制御能の関与を重視するからである。筆者は従来、クロスカントリースキーレース、又はそのタイムトライアル、更にローラースキー実走時の筋電図を多数例収集し、本学研究紀要にもその事例を上下肢筋の機能的な役割分担と指導への応用²⁾あるいは、クラシカル走法レースにおける我国一流女子選手の筋電図の特徴³⁾、又はレース時に見られる「技術対応型筋放電」等の観点から報告してきた。これらの筋電図は筋放電様相が動作に対応して相対的に単純反復的な特徴の放電様相と、多様かつ複雑な変化を見せる放電様相とに類別される傾向が見られた。本研究はそれら資料を基に、前者の活動を出力発揮型、後者の活動を姿勢の調整・制御型として区別し、それぞれの機能的要素をクロスカントリースキーの基本滑走⁵⁾(交互滑走＝ダイアゴナル滑走)の各筋筋電図についてマッピングを試みるものである。

II 方 法

対象は我国クロスカントリースキー・ナショナルチーム女子、並びに一流の男女学生選手及び全国規模のレースに参加する女子選手等、延べ33名である。試技中の筋電図は銀塩化銀処理皿型皮膚表面電極による双極誘導で、TEAC-KK製の携帯型データレコーダ²⁾、又は入力信号の安定化をはかるために高入力インピーダンスを通すデジタル方式の筋電図ロガー⁶⁾のいずれかで、前者は6系統の筋電図と係統の音声をレース全過程について、後者は8系統の筋電図をレースのスタートから7分40秒間収録し、試技後に再生・保存記録した。この方法の詳細は当誌に

報告されている⁴⁾。被検筋は上肢から上腕三頭筋・三角筋・大円筋、また体幹では広背筋・脊柱起立筋・腹直筋、そして下肢からは大殿筋・大腿直筋・大腿外側広筋・大腿二頭筋・前脛骨筋・長指伸筋・腓腹筋、等のうち研究目的又は競技の性格によって6～14筋の範囲で選択された。電極の装着は選手のコンドショニングに配慮して原則的に選手の宿舎で競技当日の早朝に行い、レース会場へは車で移動した。その後は通常のレース参加時と変わらない手順でレース出走までの準備を行った。測定レースは北海道音威子府村及び札幌白旗山クロスカントリースキーコースで行われ

た全日本スキー連盟 A 級公認大会で、また、タイムトライアルも同コースに於いて実施し、筋電図を記録した。本研究は収録した筋電図の中から一部フリー走法にも触れるが、クラシカル走法のデータを中心に検討した。該当する被検者は女子10名、男子4名でその特性とレースについては表1の通りである。

表1 被検者特性及び測定レース

被検者	性	年齢	身長	体重	強化指定水準	測定レース
A	♀	23Yrs	150.0cm	47.0kg		5 km C. (クラシカル)
B	♀	20	159.0	51.0	B	5 km C. F. (フリー)
C	♀	21	156.0	50.0	B	Time trial
D	♀	22	159.0	50.0	B	Time trial
E	♀	21	161.5	62.5		10km C.
F	♀	17	163.0	53.0	Jr	5 km C.
G	♀	17	156.0	48.0	Jrw	5 km C.
H	♀	21	154.0	45.0		Time trial
I	♀	21	163.0	57.0		Time trial
J	♀	18	160.2	60.5		Time trial
K	♂	21	180.0	64.0		15km C.
L	♂	19	183.0	73.0		Time trial
M	♂	19	170.0	65.0		リレー10km C.
N	♂	19	172.0	62.5		リレー10km C.

Jrはジュニア指定

Ⅲ 結果と考察

図1はレースの筋電図から抜粋した、上段は主にポーリング動作に、下段はグライディング動作にかかわる筋からの筋電図である。この上段の筋電図ではいわゆる紡錘波形全体の前半部分が観察されている。従ってこのことは出力発揮型の筋放電を意味し、下段の筋電図はいわば不整で複雑な型の放電と判断され、すなわち調整・制御型と判断される筋放電様相の例として掲載した。このように特徴的な出力発揮型、ないしは姿勢の調整・制御型という観点からこれまで収集したクラシカル走法の特に基本滑走時の上下肢及び体幹各

図1 表1の被検者Aの走法レース中の抜粋筋電図
M. tric. brac. (r) 右上腕三頭筋
M. tibia. ant. (r) 右前脛骨筋

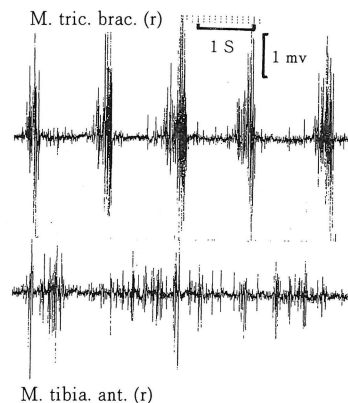


図4 表1の被検者F, Nの走法レース中の
抜粋筋電図

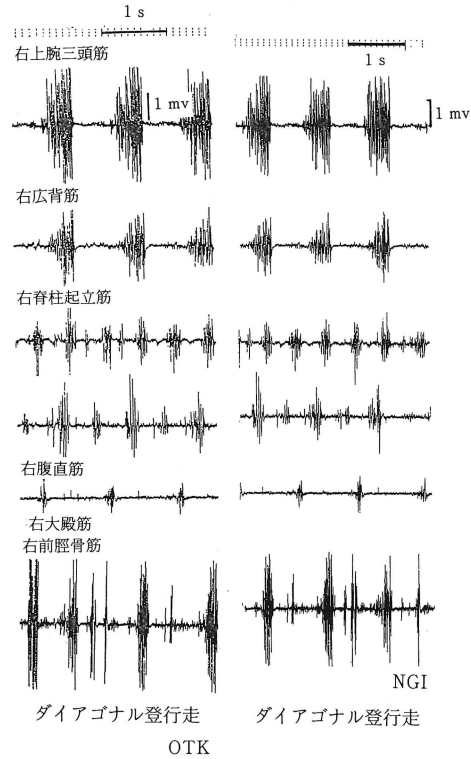


図3 表1の被検者Cの走法レース中の抜粋筋電図

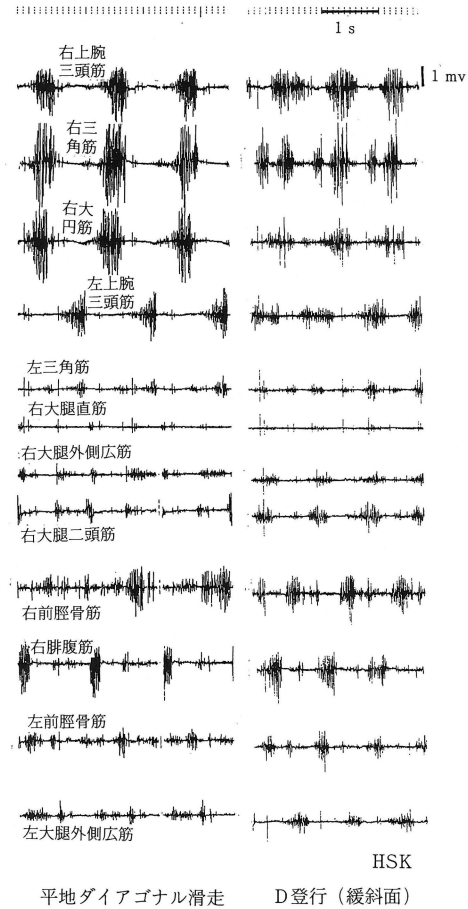
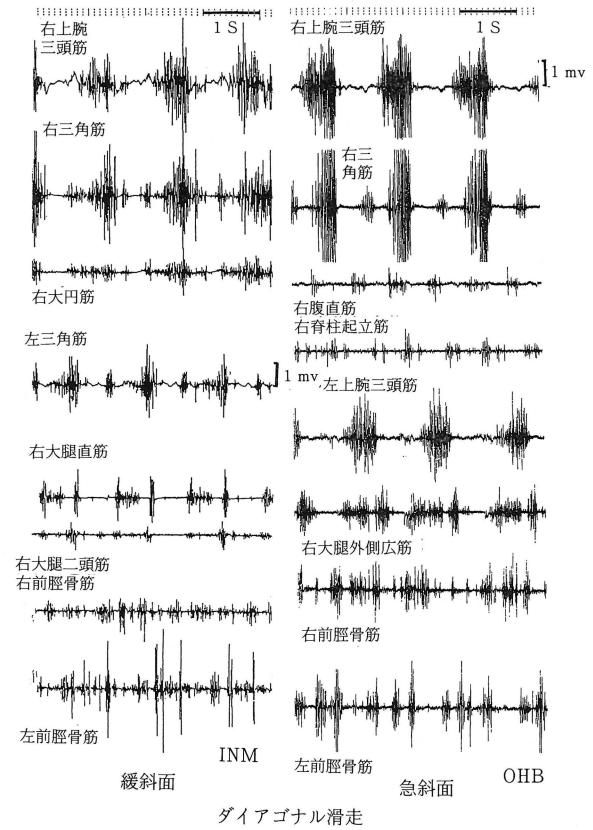


図2 表1の被検者D, Lの走法レース中の抜粋筋電図



筋からの筋電図を分類・検討してみた。まずこれらの特徴がみられる典型的な被検者の筋電図例を図2に示した。これらは2名の選手におけるクラシカル走法の基本滑走（交互滑走）の筋電図である。上肢・上肢帯の筋である上腕三頭筋、三角筋に紡錘型の強い放電を確認することができる。又、左右の前脛骨筋に放電位相と無放電位相が明確に区別されない筋電図が高振幅に現れている例としても見る事ができる。そして図3の別の被検者でも大円筋も含めて上肢及び上肢帯の筋では強い出力発揮型の放電を認める。また大腿の筋で弱いと判断されるが、相対的に動作サイクルに付合して出現している放電が特徴的である。図4では体幹の筋が出力発揮型の放電でありながら多様な様相のよく現れている筋電図例が観察される。このような観点で本研究の対象とした被検者14名の筋電図例を類別して一覧で示したのが表2である。この表から大約、次の4つの所見が得られた。これらは本研究の結論になる。その第1は上肢筋では左右共に出力発揮型の強い放電が確認されること、第2に前脛骨筋では左右共に調整・制御型の強い放電が認められること、第3に大腿の筋では出力発揮型と判読されながら相対的に弱い放電が観察されること、そして第4に体幹の筋にも出力発揮型の強い放電が確認されること、等である。以上は基本滑走に関する所見である。これらには駆使技術によって一部の筋で変化する現象も注目された。以下で

表2 クロスカントリースキー、クラシカル走法レース又はタイムトライアルにおける我国一流選手の基本滑走時の筋電図機能マッピング

筋	選手	♀										♂					
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
右上腕三頭筋		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
三角筋		◎	○	◎	◎	◎	／	／	◎	◎	◎	○	◎	／	／	／	／
大円筋		◎	◎	◎	○	◎	／	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
広背筋		／	／	／	／	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
脊柱起立筋		／	／	／	／	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
腹直筋		／	／	／	／	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
大殿筋		／	／	／	／	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
大腿外側広筋		／	○	◎	／	◎	／	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
大腿直筋		○	／	◎	◎	◎	／	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
大腿二頭筋		○	◎	◎	◎	◎	／	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
前脛骨筋		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
腓腹筋		／	／	◎	◎	◎	／	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
左上腕三頭筋		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
三角筋		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
大腿外側広筋		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
前脛骨筋		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

◎ 出力発揮型 放電弱 □ 姿勢調整型 / 測定なし
○ 出力発揮型 放電弱 ● 放電量 極少

も注目された。以下で

はその例を付け加えて述べることにする。

a) 同じ基本滑走の筋電図でも登行の斜度が強まると調整・制御型であった放電が出力発揮型に変化する場合が多い。図5では前脛骨筋にその例を観察する。同じ傾向の記録例を図6の前脛骨筋でも確認できる。また、b) 出力発揮型の筋は登行技術になると放電が強められる。上肢・上肢帯の筋にも下肢の筋にも出力発揮型を示す筋は多数認められるが、この現象は特に下肢の筋でよく観察され、上肢は逆に振幅が小さくなる傾向を見せている。いわゆる平地では上肢筋の出力を利用した「腕走り」⁷⁾をし、上り坂が急になるにつれて大きな筋群である下肢筋の出力を頼って「脚走り」に移行し、腕の動作はリズムミクピッチ走行を指向する筋使いになると判断すると運動論の面から納得のされる変化になる。次にc) 三角筋、大円筋では出力発揮型の放電位相に更に別の要素の放電が間入する現象を認める。これはポーリングの振出し動作の

図6 表1の被検者Eの走法レース中の抜粋筋電図

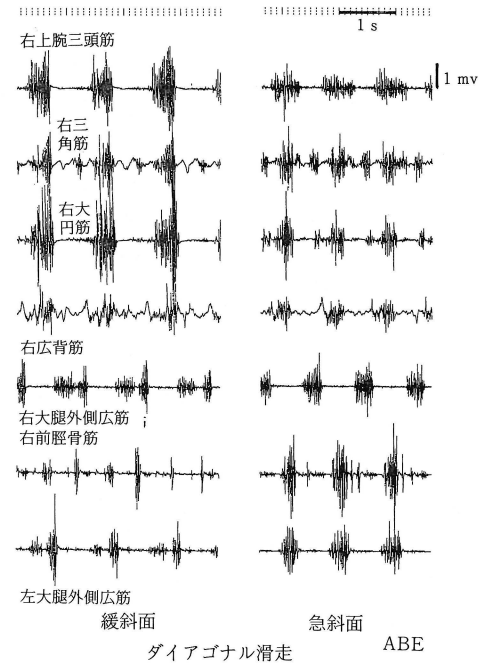


図5 表1の被検者Dの走法レース中の抜粋筋電図

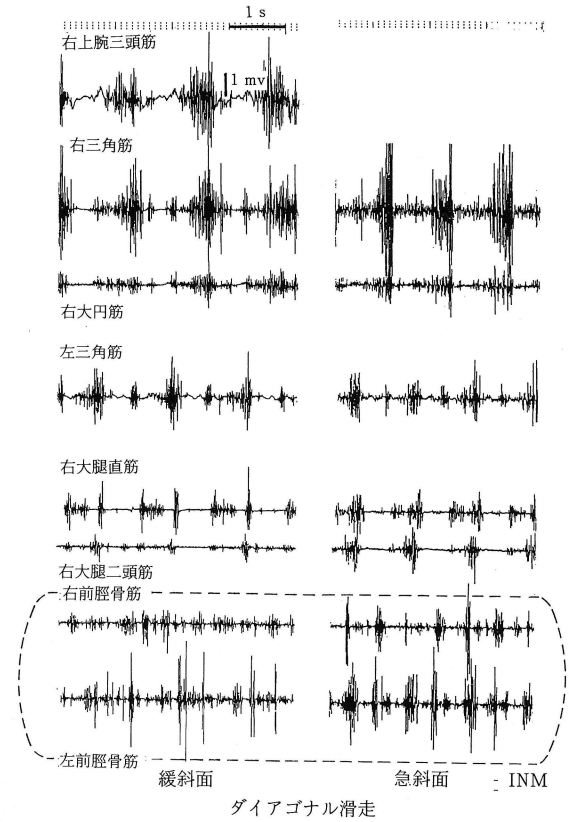
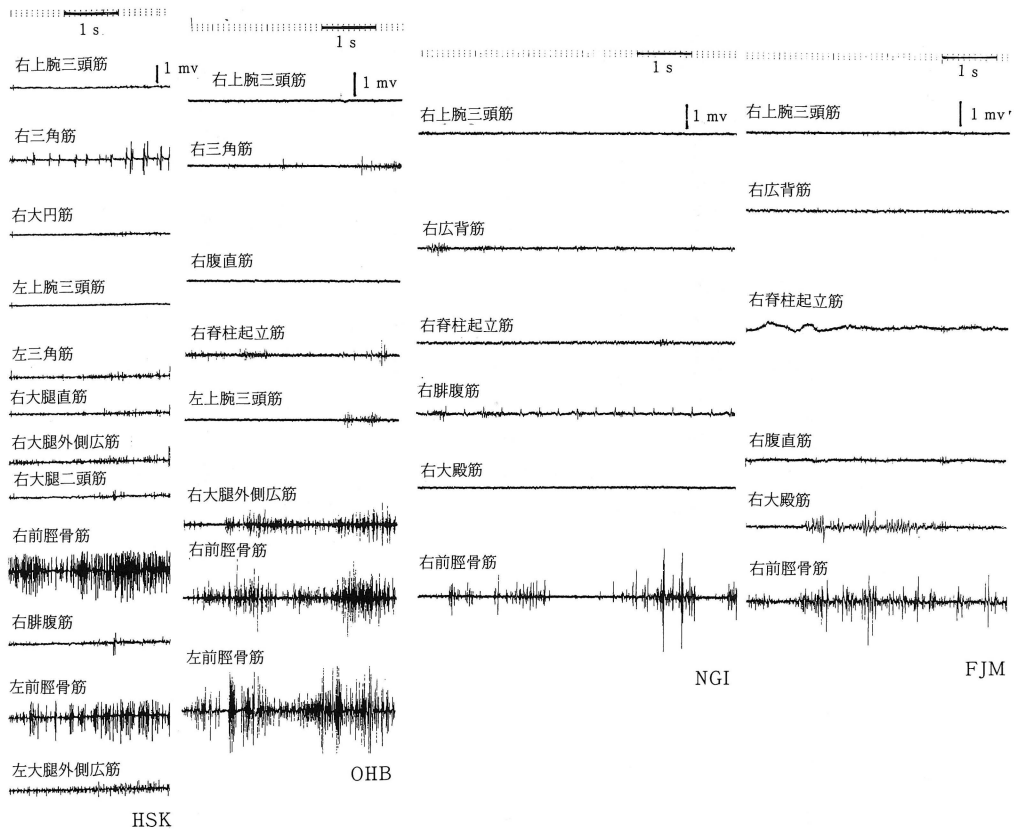


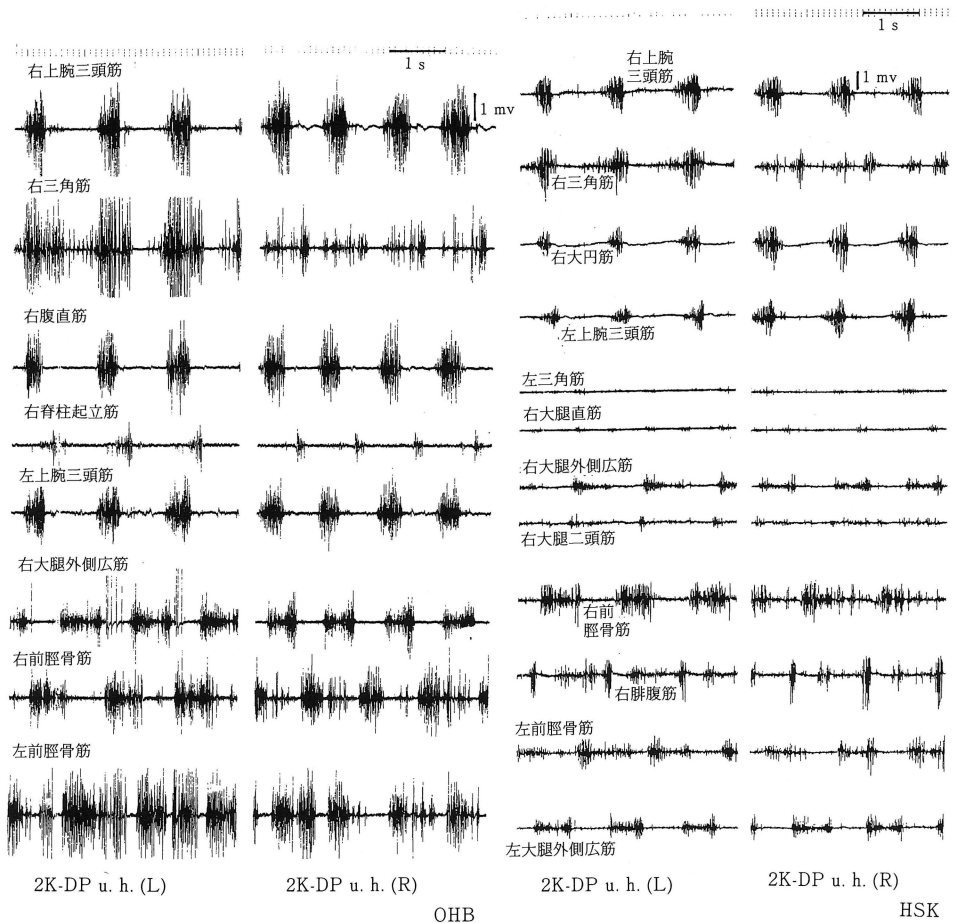
図7 表1の被検者C, L, N, Mのレース滑降中の抜粋筋電図



位相と考えられる。更に d) 4 名の滑降時の筋電図 (図 7) であるがいずれも下腿前面の筋である前脛骨筋のみの高い放電がみられ、技術依存の変化型の典型例になる。

最後にフリー走法についての機能的特徴を検討する。図 8 はフリー走法のレースにおいて使用頻度の極めて高い基本滑走、いわゆるスケーティング滑走 (ツーキック・ダブルポーリング = 2K-DP) を駆使したときの筋電図例である。この技術はスケートの滑走のように左右脚に交互に乗り込んで滑走する動作の過程で、左右いずれかの滑走位相で両杖によるポーリング動作が加わる滑走である。したがってポーリング動作の加わる乗り込み脚が左右どちらであるかによって技術を区別する。以下乗り込み脚が左の滑走を 2K-DP (L)、右の滑走を 2K-dp (R) と表現する。この図に於いて、左側の男子選手、また右側の女子選手の筋電図とも次のような筋放電の特徴を見せている。それは、2K-DP (L) 場合、右側の三角筋と前脛骨筋に出力発揮型の放電が現れ、左の前脛骨筋には、調整・制御型の放電が現れる。また 2K-DP (R) の場合、右の三角筋と前脛骨筋に調整・制御型の放電が現れ左の前脛骨筋には出力発揮型が現れる。即ちポーリング動作が左右どちらの乗り込み脚で行われるスケーティング滑走であるかによって前脛骨筋と三角筋の筋電図の機能的要素が決定すると判断される。いわゆる左脚乗り込みのスケーティングでは左側の脚にも腕にも調整・制御型の放電が、そして右側には出力発揮型の放

図8 表1の被検者L, Cのフリー走法レース中の抜粋筋電図



電がみられることを意味する。以上が基本滑走以外の変化型に関する所見である。

Ⅵ ま と め

クロスカントリースキーにおけるクラシカル走法の基本滑走について上下肢・体幹の各筋の放電様相の機能的区分を我国一流選手のレース筋電図のマッピングを試みることによって明確にすることができた。

- 1) 上肢・上肢帯の筋は強い出力発揮型の放電
- 2) 前脛骨筋は放電位相と無放電位相が明確に区別されない調整・制御型の高振幅な放電
- 3) 大腿の筋では相対的に弱いと判断される動作サイクルに符合した放電
- 4) 体幹の筋は出力発揮型の強い放電（個人差大）

更にコースの地形や傾斜角度が変化することによって各放電の機能的要素も変化する所見を付け加えることになった。a) 登行走では基本滑走で姿勢の調整・制御型を示した筋も明確に出力発揮型になる, b) 同様に出力型の弱い放電も強い放電となる, c) 滑降中は前脛骨筋のみ

に振幅の高い姿勢調整型放電が現れる, d) 三角筋と大円筋の出力発揮型の放電に新たな放電が間入する, e) フリー走法では乗り込み脚に依存して前脛骨筋や三角筋等の左・右の放電の機能的要素が替わる, などの諸点が明らかになった。今回は基本滑走のマッピングを試みたが技術個別的なマッピングを進めて各筋の機能的対応を更に検証し, 筋の機能要素別トレーニングが可能になれば更に効果の高いクロスカントリースキーの能力向上が考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり国際的な競技大会への派遣など重要な選考や予選を控えながらレース筋電図の測定被検者を引き受けられた全日本スキー連盟ナショナルチーム選手ならびに学生選手そして当該コーチ各氏, 更にレース中のこの測定にご協力いただいた全日本スキー連盟, 学生スキー連盟及び音威子府村そして札幌スキー連盟の関係諸氏に深く感謝の意を表します。また, 測定・分析にあたっては北海道大学体育指導センター(所長: 福地保馬教授)より便宜をいただき, 同センターの川初清典助教授のご協力を仰いだことに対しここに併せて深謝いたします。

引 用 文 献

- 1) 晴山紫恵子: 「歩くスキー」とクロスカントリースキー技術, およびワックシングー北海道大学公開講座等講義録「歩くスキー」に寄せて, 北海道大学体育指導センター報告書第2号, 77-96, 1990
- 2) 晴山紫恵子: クロスカントリースキー・クラシカル走法の技術指導における筋電図学的研究・北海道女子短期大学紀要第25号, 153-168, 1990
- 3) 晴山紫恵子: クロスカントリースキー・クラシカル走法レースにおける我国一流の女子選手の筋電図の研究, 北海道女子短期大学紀要第26号, 105-119, 1991
- 4) 晴山紫恵子: クロスカントリースキーレース時に見られる「技術対応型筋放電」の提唱
北海道女子短期大学研究紀要第29号, 139-154, 1993
- 5) 北村辰夫, 井上国男, 対馬悟朗, 横山久雄, 村山岱, 鈴木昭: 技術解説「競技スキーテキスト」
クロスカントリー編, pp26-53, 1974
- 6) 川初清典, 晴山紫恵子: Logger法によるスキージャンプとクロスカントリースキーのElectromyography, 日本バイオメカニクス学会第11回大会論集, 19-25, 1992
- 7) 晴山紫恵子, 須田力, 川初清典: ラングラウフスキー実走における多系統 Tape-Electromyography ~ Classical Styleの基本技術7種類について~日本体育学会第40回大会予稿集, P284, 1989
- 8) Lagerstrom D., J. Schmagold, J. Graf.: Fit duch Skilanglauf. Perimed Fachbuch Verlage
sgesellschaft mbH, 1987, pp 156-164 (邦訳: ラングラウフスキーと健康づくり, 川初清典, 長瀬整司, 晴山紫恵子訳, オーム社, 1989, pp191-222)